EXPERIMENTELLE UNTERSUCHUNGEN VON KONTAKTLINSEN–PFLEGEMITTELN AN DER KANINCHENHORNHAUT

INAUGURALDISSERTATION

zur Erlangung der Doktorwürde der

HOHEN MEDIZINISCHEN FAKULTÄT
DER UNIVERSITÄT DES SAARLANDES

vorgelegt von

Hans Werner Reidel

Saarbrücken

1973

UNIV.
LEIDEN.
BIBL.

Letzter Tag der mündlichen Prüfung 7. 5. 1973

Inhaltsverzeichnis

I. Einleitung

II. Methodik

III.Ergebnisse

a) Reinigungsmittel

b) Aufbewahrungsmittel

c) Mittel zur Reinigung und Aufbewahrung

d) Benetzungsmittel

e) Mittel zur Reinigung und Benetzung

f) Mittel zur Aufbewahrung und Benetzung

g) Universalmittel

IV. Besprechung der Ergebnisse

a) Mittel, die für die Reinigung empfohlen werden

b) Mittel, die für die Aufbewahrung empfohlen werden

c) Mittel zur Benetzung der Kontaktlinse

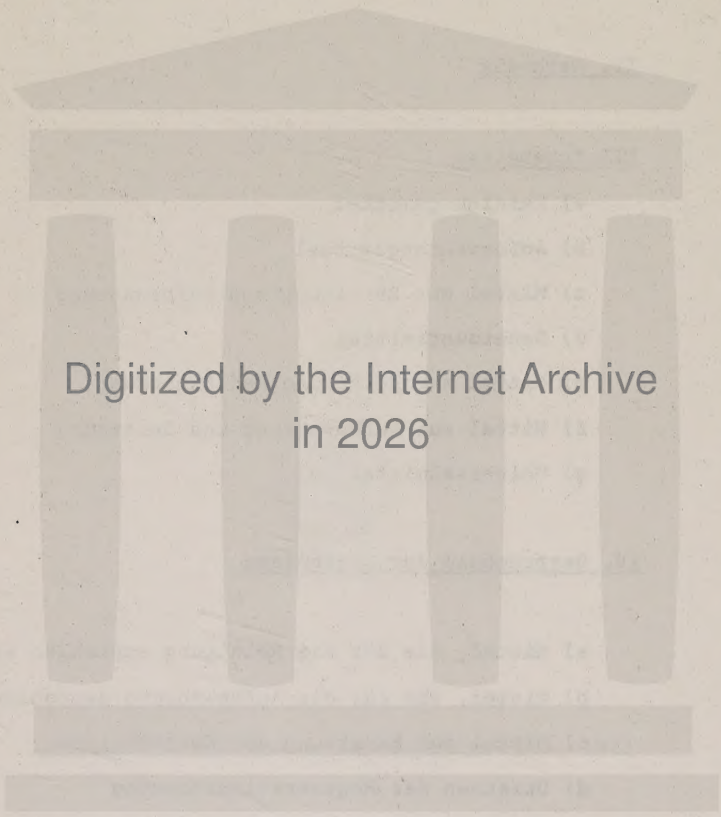
d) Ursachen der Regenerationshemmung

1.) Das Desinficiens

2.) Der pH-Wert

V. Zusammenfassung

VI. Literaturverzeichnis



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41542725_0077

I. EINLEITUNG

Die Zahl der zufriedenen Kontaktlinsenträger ist in den letzten 25 Jahren deutlich angewachsen. Dies liegt zum Teil an den verbesserten Anpaßmethoden, zu einem weiteren Teil jedoch an der Möglichkeit, die Haftschalen zu benetzen, bevor sie auf die Hornhaut aufgesetzt werden. Eine im trockenen Zustand auf die Cornea gebrachte Plexiglaslinse verursacht bei den Patienten starke Beschwerden, welche Minuten bis Stunden anhalten können (GOULD und Mitarbeiter 1964). Als man Kontaktlinsenpflegemittel entwickelt hatte, welche zur Reinigung, Aufbewahrung und Benetzung verwendet werden konnten, schien dieses Problem gelöst.

Diese Pflegemittel gehören meist zu der Gruppe der sogenannten Tenside, welche technisch in Detergentien (Waschmittel) und Emulsionen (Kosmetika) verwendet werden. Chemisch enthalten diese Lösungen häufig das Reinigungsmittel Benzalkoniumchlorid ("Zephirol", Bayer), welches eine kationische, monopolare, quartäre Ammoniumverbindung ist. Andere Kontaktlinsenlösungen enthalten Chlorobutanol oder Äthylmercurithiosalicylat ("Thimerosal", Lilly). Die drei genannten Desinfektionsmittel wurden ausgewählt wegen ihrer allgemeinen keimtötenden Wirkung, die gegen die Vermehrung der Gram-positiven und Gram-negativen Bakterien gerichtet ist.

Zunächst versuchte man, mit einem Kontaktlinsenpflegemittel auszukommen, welches alle drei Aufgaben, nämlich die der Reinigung, Aufbewahrung und Benetzung, gleichzeitig erfüllen sollte. Dabei stellte man jedoch fest, daß man für eine gute Reinigung - bei hohem Gehalt an keimtötenden Substanzen (Benzalkoniumchlorid, Chlorobutanol, Äthylmercurithiosalicylat) - eine schlechte Verträglichkeit in Kauf nehmen mußte. Deshalb ging ein Teil der pharmazeutischen Industrie später dazu über, die Aufgaben der Pflegemittel zu trennen und stellte Reinigungsmittel her, die jedoch nach der Reinigung der Kontaktlinse wegen ihrer relativ hohen Konzentration an desinfizierenden Stoffen wieder abgespült werden sollten. Wie stark dadurch die Desinfektionswirkung leidet, müßte gesondert geprüft werden. Andere Mittel dienten dann nur zur Benetzung bzw. Aufbewahrung der Haftschale. Ihr Gehalt an bakteriostatischen Substanzen war nun wesentlich geringer als bei den zerst entwickelten Lösungen.

Bereits SWAN (1944), später SUSSMAN und FRIEDMAN (1969) wiesen toxische Wirkungen von Desinfektionsstoffen an der Kaninchenbindehaut nach.

Uns interessierte jetzt die Frage, in welchem Maße die Kontaktlinsenpflegemittel Einfluß nehmen auf die Regeneration von am Kaninchenauge artifiziell gesetzten Hornhauterosionen.

II. METHODIK

Die Methode von ULLERICH (1951), über die ULLERICH und DURCHSCHLAG (1953) sowie KÜCHLE und Mitarbeiter (1955, 1957) berichteten, schien uns für unsere Testung geeignet zu sein. Die genannten Autoren wiesen 1953 nach, daß dieses Verfahren allen früher entwickelten überlegen ist, weil sich damit ein gleichmäßigerer Heilungsverlauf erzielen läßt.
Bei unseren Versuchen prüften wir je Testsubstanz fünf Kaninchen beiderlei Geschlechts, welche etwa vier Monate alt waren und ein Gewicht zwischen 1500 g und 1700 g hatten.

Nach Anästhesie mit je einem Tropfen "Kerakain" (Chibret) wurden beide Hornhäute mittels eines 6mm - Trepans markiert. Das Oberflächenepithel des Ringlumens wurde nun mit dem WESSELY'schen Dampfkauter durch mehrmaliges Darüberführen der

heißen Spitze des Handgriffes abgenommen. Anschließend erhielt das rechte Auge einen Tropfen physiologische Kochsalzlösung, das linke Auge einen Tropfen der zu testenden Substanz.

JUSELIUS (1910) hat darauf hingewiesen, daß man bei Experimenten an der Kaninchenhornhaut grundsätzlich das Gegenauge des Tieres zum Vergleich mitprüfen soll (Kontrollauge).

Alle sechs Stunden wurde die Epitheldefektfläche beider Augen mit je einem Tropfen "Fluorescein" angefärbt und mit Lupenbrille, Schablone und Keratometer nach WESSELY gemessen. Danach träufelten wir jeweils in das rechte Auge einen Tropfen physiologische Kochsalzlösung, in das linke Auge einen Tropfen des zu prüfenden Kontaktlinsenpflegemittels. Nachdem zwölf Stunden lang kein anfärbbarer Hornhautepitheldefekt mehr vorhanden war, wurden die Versuche jeweils abgebrochen.

Durch die Anwendung von "Fluorescein" bei der Messung des Hornhautdefektes und durch den Gebrauch von "Kerakain" beim Entepithelialisieren unterscheiden wir uns in dem Vorgehen von ULLERICH und KÜCHLE,

welche als Tropfanästhesie "Pantocain" verwendeten. Eine Vergleichsprüfung (EHRICH und KOLBEGGER 1971) zeigte jedoch, daß in Bezug auf die Hornhautregeneration kein gewichtiger Unterschied zwischen "Pantocain" und "Kerakain" besteht.

Nach HEYDENREICH (1958) erscheinen die Hornhautdefekte nach Anfärbung mit "Fluorescein" etwas größer, als sie tatsächlich sind; dafür läßt sich aber die Defektfläche besser ausmessen.

Der Abheilungszeitpunkt einer Epithelerosion ist kein ausreichendes Kriterium zur Beurteilung der toxischen Wirkung eines Kontaktlinsenpflegemittels. Einen viel besseren Aufschluß gibt die Beobachtung des gesamten Heilungsverlaufes, wobei die Rückbildung der Erosionen zweckmäßig in Kurvenform dargestellt wird. Als Abszisse trugen wir die Zeit, als Ordinate die Defektfläche auf. So wurden die Korrelationspunkte zwischen Zeit und Fläche für sämtliche Kontrollaugen (physiologische Kochsalzlösung) gefunden. Wenn man nun die Extrempunkte verbindet, die aufgrund der sechsstündlich durchgeführten Messung eingetragen wurden, erhält man das sogenannte Normalband (Abb. 1)

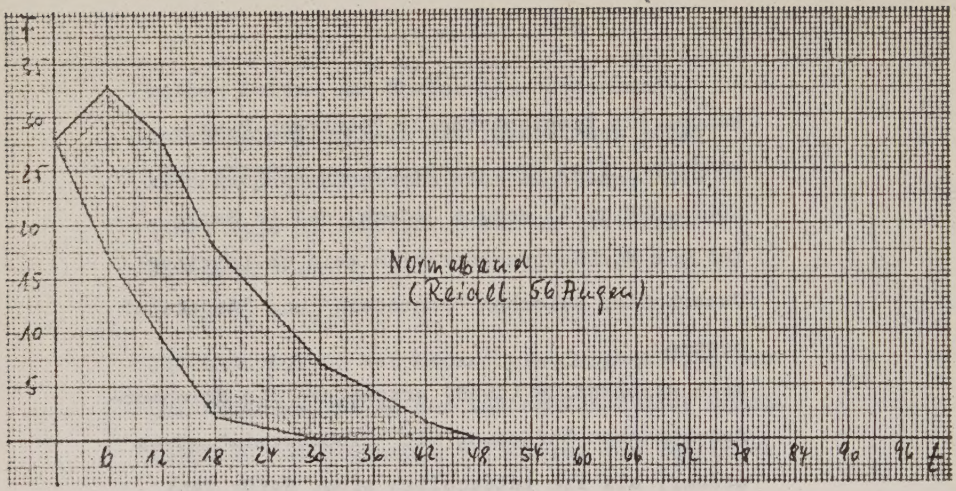


Abb. 1: Normalband (56 Augen)

Beim Vergleich der von anderen Autoren - ULLERICH und DURCHSCHLAG 1953 (25 Kaninchenaugen), KÜCHLE und Mitarbeiter 1955 und 1957 (32 Kaninchenaugen) - gefundenen Normalbänder mit dem unsrigen (56 Kaninchenaugen) ergibt sich eine gute Übereinstimmung (Abb. 2)

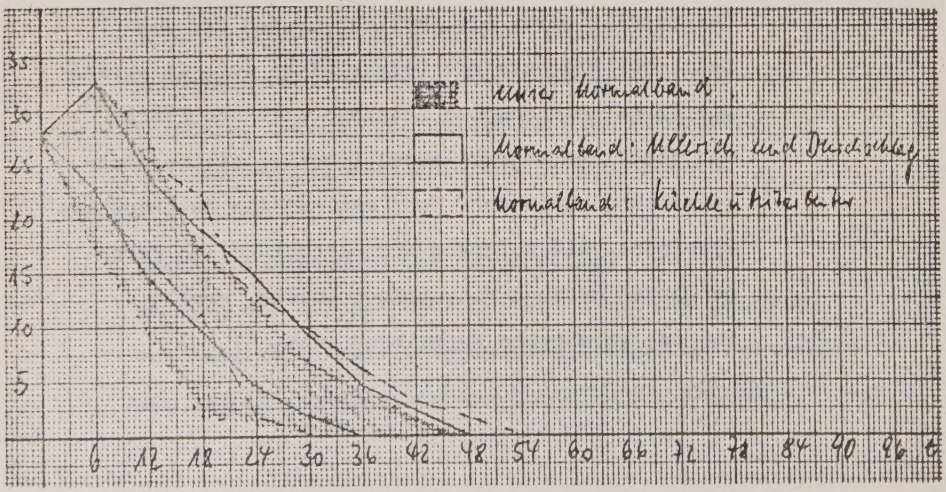


Abb. 2: Normalbandvergleich mit anderen Autoren

Um die Empfindlichkeit ihrer Methode zu erproben bzw. zu beweisen, haben ULLERICH und DURCHSCHLAG an zehn Kaninchenaugen eine als ausgesprochen corneotoxisch bekannte 1%ige Kokainlösung getestet. Die danach aufgezeichneten Abheilungskurven lagen sämtlich außerhalb des von den genannten Autoen gefundenen Normalbandes. Die biologische Testung mit dieser Methode stellt allerdings ein grobes Sieb dar, mit dem sich nur Mittel herausfinden lassen, die in hohem Maße die Epithelheilung der Hornhaut hemmen. Dies zeigten die oben genannten Autoren durch die Abheilungskurven von 1%iger Cortisonlösung, 0,5%iger Percortenlösung und 0,005%igem Stickstofflost, die alle innerhalb des Normalbandes verliefen. Da diese Substanzen als heilungshemmend bekannt sind, genügt bei unseren Versuchen auch nur eine Abheilungskurve außerhalb des Normalbandes, um daraus den Schluß zu ziehen, daß das betreffende Mittel deutlich hemmend auf die Hornhautregeneration wirkt.

Zur Testung gelangten diejenigen Kontaktlinsenpflegemittel, die in der Tabelle 1 nach ihrer Anwendungsart aufgezeichnet sind.

Tab. 1: Getestete Kontaktlinsenpflegemittel

Vom Hersteller empfohlene Anwendungsart	Handelsname	Hersteller	getestet an Kaninchenaugen	Ergebnis Abb.
nur zur Reinigung	Titan	Barness-Hind	3mal	3
" "	Translight	Chibret	2mal	4
nur zur Aufbewahrung	Soquette	Smith & Nephew	5mal	5
" "	Steri-Len	Mi-Con Laboratories	x)	
zur Reinigung und Aufbewahrung	Transoak	Smith & Nephew	5mal	6
nur zur Benetzung	Adapettes	Burton, Parson & Co.	5mal	7
" " "	Adapt	Burton, Parson & Co.	3mal	8
" " "	Contactol	Chibret	5mal	9
" " "	Lentisol	Barness-Hind	5mal	10
zur Reinigung und Benetzung	Aqua-Film	Mi-Con Laboratories	5mal	11
" " "	Transol	Smith & Nephew	5mal	12
" " "	Wöhlks antiseptisches Reinigungs- u. Netzmittel	Wöhlk	5mal	13
zur Aufbewahrung und Benetzung	Soaclens	Burton, Parson & Co.	5mal	14
zur Reinigung, Aufbewahrung und Benetzung	Proculens	Dr. Mann	5mal	15

x) gleiche Zusammensetzung wie Aqua-Film; siehe dort

III. ERGEBNISSE

a) Reinigungsmittel

Auf der Originalpackung "Titan" ist der Inhalt deklariert als "Kontaktlinsen-Reinigungslösung konzentriert". Laut Gebrauchsanweisung sollen einige Tropfen der Lösung in die Konkavität der Linse gegeben und zwischen Daumen und Zeigefinger zehn bis zwanzig Sekunden sorgfältig verrieben werden. Anschließend ist die Kontaktlinse gründlich mit Wasser abzuspülen.
Bei unserer Testung war die Abheilung des Hornhautepitheldefektes in einem Falle 6 Stunden später als beim Kontrollauge, aber noch innerhalb des Normalbandes (nach 42 Stunden), erfolgt. Bei den beiden anderen Kaninchen fanden wir gegenüber dem Normalband pathologische Abheilungskurven. Einmal war das behandelte Auge erst nach 66 Stunden abgeheilt, 24 Stunden später als das Kontrollauge, in dem anderen Falle noch nicht nach 90 Stunden (Abb.3).

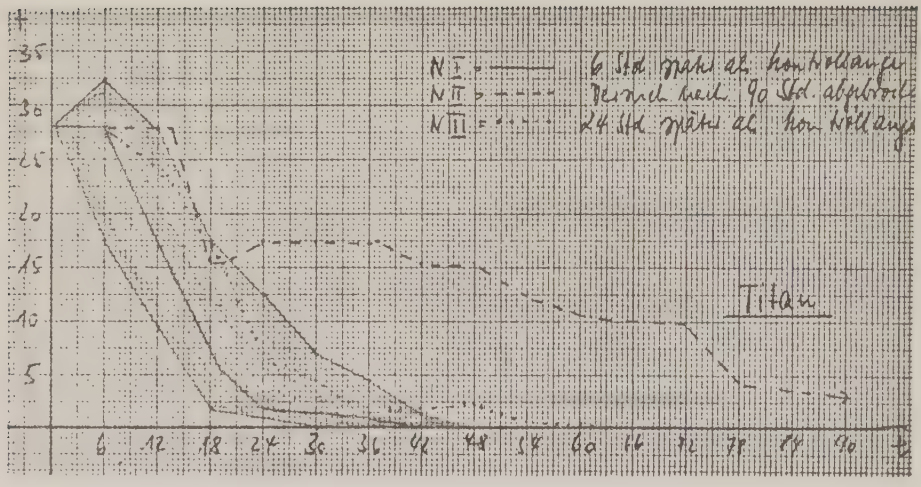


Abb. 3: Abheilungskurven unter "Titan"

Auch "Translight" ist als Reinigungslösung gekennzeichnet. In einem Falle stellten wir Abheilung nach 36 Stunden, gleichzeitig mit dem Kontrollauge, fest; in dem anderen Falle jedoch erst nach 78 Stunden, 42 Stunden später als beim Kontrollauge. Diese Abheilungskurve ist deutlich pathologisch, sie verläuft außerhalb des Normalbandes (Abb. 4).

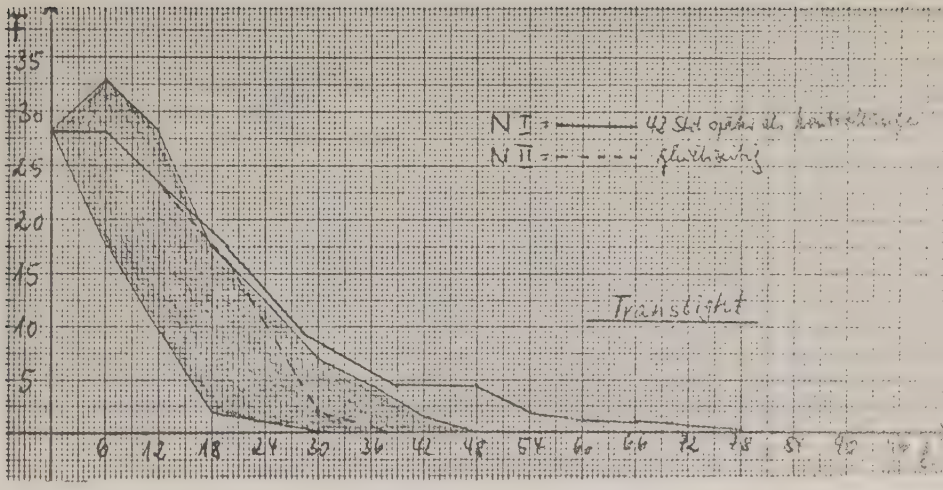


Abb. 4: Abheilungskurven unter "Translight"

b) Aufbewahrungsmittel

"Soquette" ist als Aufbewahrungsflüssigkeit im Handel. Die Abheilungskurven verlaufen in drei Fällen weitgehend konform mit denen der Kontrollaugen (Epithelschluß nach 42 Stunden). In zwei weiteren Fällen war das mit diesem Pflegemittel behandelte Auge erst 6 Stunden später, nach 48 Stunden abgeheilt. Hier ist jedoch zu beachten, daß in diesen beiden Fällen die Defektflächen von der 30. bis zur 48. Stunde etwas größer waren als auf dem Kontrollauge und in diesem Bereich außerhalb des Normalbandes liegen (Abb. 5).

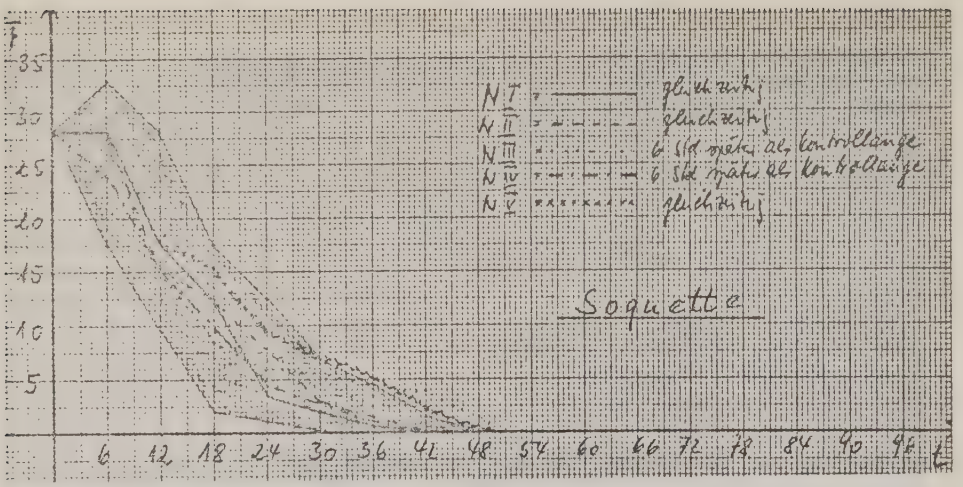


Abb. 5: Abheilungskurven unter "Soquette"

c) Mittel zur Reinigung und Aufbewahrung

"Transaok" ist zur Reinigung und Aufbewahrung von Kontaktlinsen gedacht. Es finden sich keine Angaben, daß "Transaok" nach der Reinigung abgespült werden soll, bevor die Linse ins Auge eingesetzt wird. In vier Fällen verläuft die Abheilungskurve deutlich pathologisch gegenüber dem Normalband. Zweimal war das behandelte Auge erst nach 90 Stunden, 48 Stunden später als das Kontrollauge, einmal nach 78 Stunden, 42 Stunden später als das Kontrollauge, einmal nach 60 Stunden, 24 Stunden später als das Kontrollauge, abgeheilt. Nur in einem Falle schloß sich das Epithel gleichzeitig mit dem Kontrollauge, nach 42 Stunden (Abb. 6).

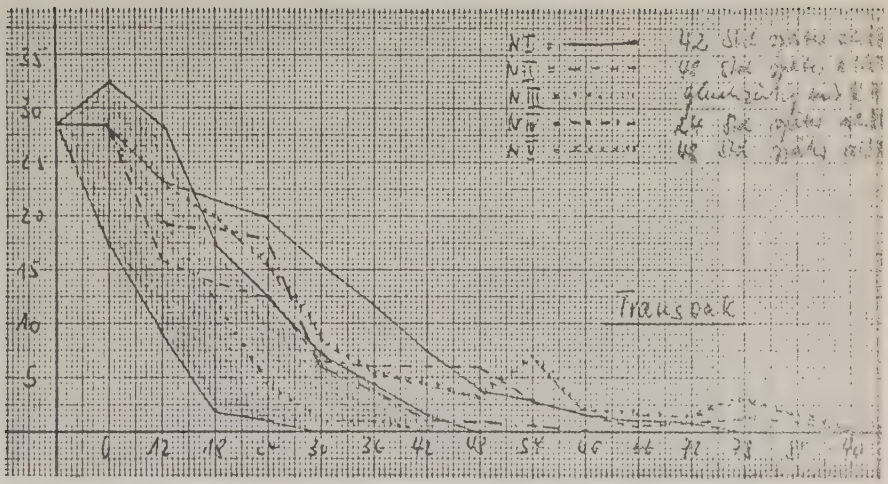


Abb. 6: Abheilungskurven unter "Transaok"

d) Benetzungsmittel

"Adapettes" wird als Benetzungsmittel empfohlen und soll drei- bis viermal auf die Kontaktlinse geträufelt werden. Bei unseren Versuchen heilten vier Augen innerhalb des Normalbandes (nach 45 Stunden), jedoch 6 Stunden später als das jeweilige Kontrollauge ab. Zwischen der 18. und 32. Stunde verläuft die Kurve aber in zwei dieser Fälle außerhalb des Normalbandes. Beim fünften Auge war die Abheilung erst nach 54 Stunden festzustellen, 12 Stunden später als beim Kontrollauge (Abb. 7).

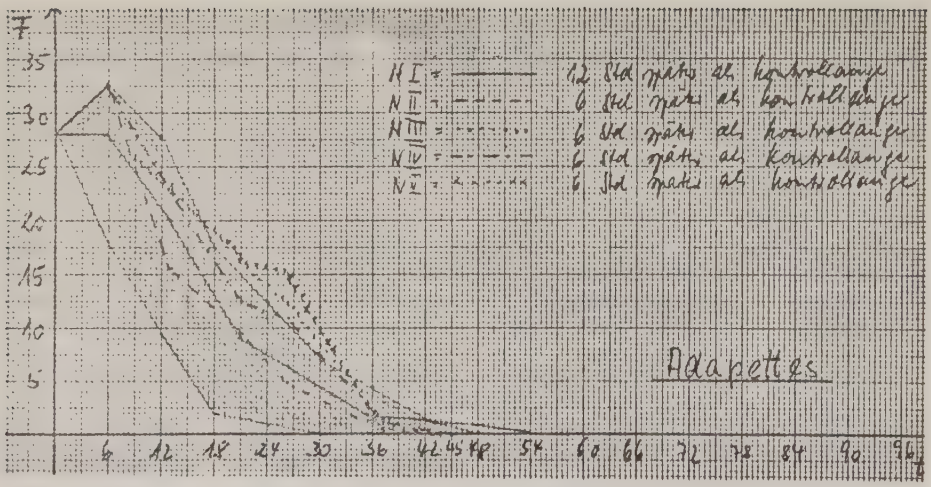


Abb. 7) Abheilungskurven unter "Adapettes"

"Adapt" ist als Benetzungsmittel für Kontaktlinsen deklariert. Wir fanden in zwei Fällen Abheilung erst nach 54 Stunden (6 Stunden später als das jeweilige Kontrollauge), in einem dritten nach 48 Stunden, 12 Stunden später als beim Kontrollauge (Abb. 8).

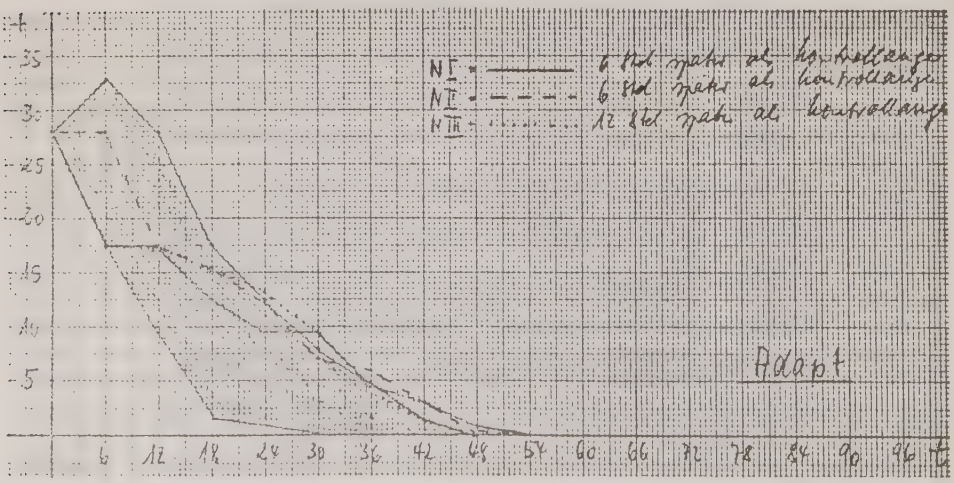


Abb. 8: Abheilungskurven unter "Adapt"

"Contactol" ist zur Benetzung von Kontaktlinsen vorgesehen. Die Abheilung erfolgte bei allen Tieren innerhalb des Normalbandes (viermal nach 36 Stunden, einmal nach 48 Stunden), jedoch war von der 1. bis zur 36. Stunde in einem Falle der Heilverlauf pathologisch verzögert. Dreimal fanden wir Abheilung gleichzeitig mit dem Kontrollauge, zweimal jeweils 6 Stunden später als beim Kontrollauge (Abb. 9).

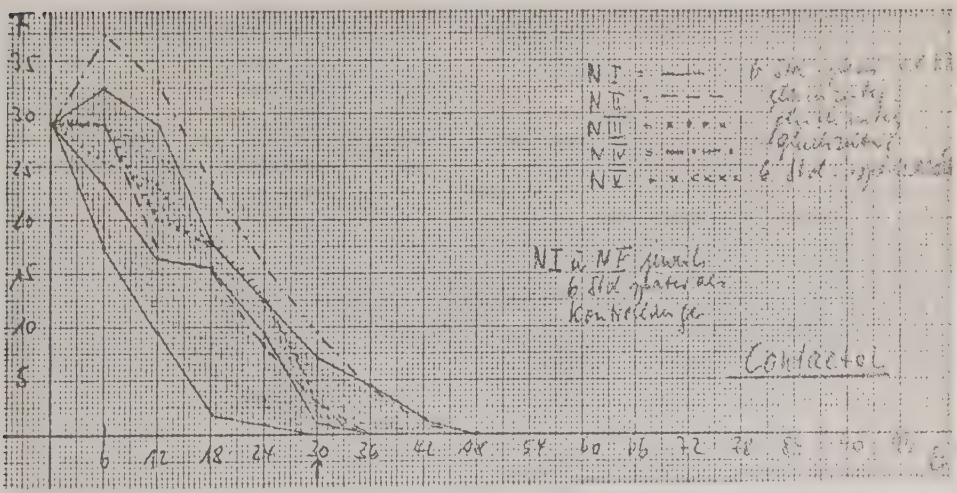


Abb. 9: Abheilungskurven unter "Contactol"

Auch "Lentisol" ist nur für die Benetzung der Kontaktlinsen bestimmt. In keinem Falle erfolgte eine Abheilungsverzögerung. Einmal war das mit "Lentisol" behandelte Auge 6 Stunden früher als das Kontrollauge abgeheilt, nämlich nach 36 Stunden, in allen anderen Fällen gleichzeitig mit dem Kontrollauge, nach 42 Stunden (Abb. 10).

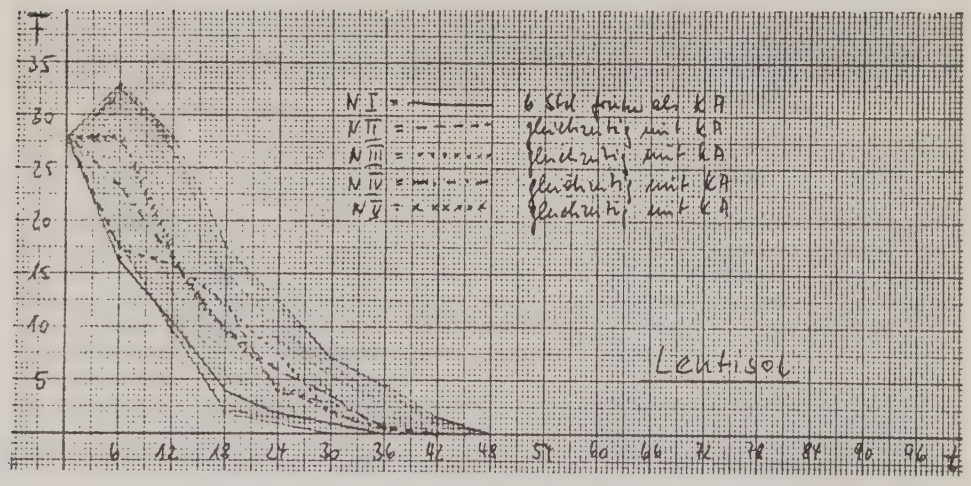


Abb. 10: Abheilungskurven unter "Lentisol"

e) Mittel zur Reinigung und Benetzung

"Aqua-Film" wird zur Reinigung und Benetzung der Kontaktlinse verwendet. In keinem Falle verläuft die Abheilungskurve innerhalb des Normalbandes.

Bei zwei Kaninchen wurde der Versuch nach 137 Stunden abgebrochen, weil das Epithel immer noch nicht intakt war. Bei einem der beiden Tiere hatte sich der Defekt zwischen der 78. und der 90. Stunde sprunghaft vergrößert. Zwei andere Abheilungskurven zeigen eine vollständige Epithelialisierung nach 54 Stunden an, einmal 18, das andere Mal 12 Stunden später als beim Kontrollauge. Nur einmal, und zwar 6 Stunden später als beim Kontrollauge, erfolgte die Abheilung, nach 48 Stunden, im Bereich des Normalbandes, nachdem jedoch zuvor zwischen der 18. und 30. Stunde eine verzögerte Heilung beobachtet worden war (Abb. 11).

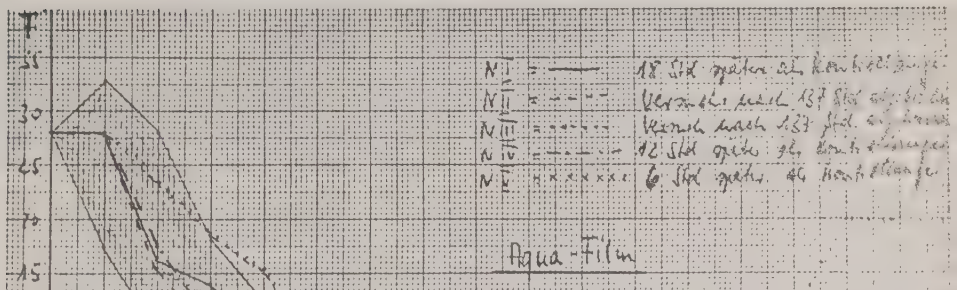


Abb. 11: Abheilungskurven unter "Aqua-Film"

Bei "Transol", einer Reinigungs- und Benetzungsflüssigkeit, verläuft die Abheilungskurve in allen Fällen innerhalb des Normalbandes. Viermal erfolgte die Abheilung zusammen mit dem Kontrollauge (in allen vier Fällen nach 36 Stunden), einmal fand sich ein um 6 Stunden verzögerter Epithelschluß, nach 42 Stunden (Abb. 12).

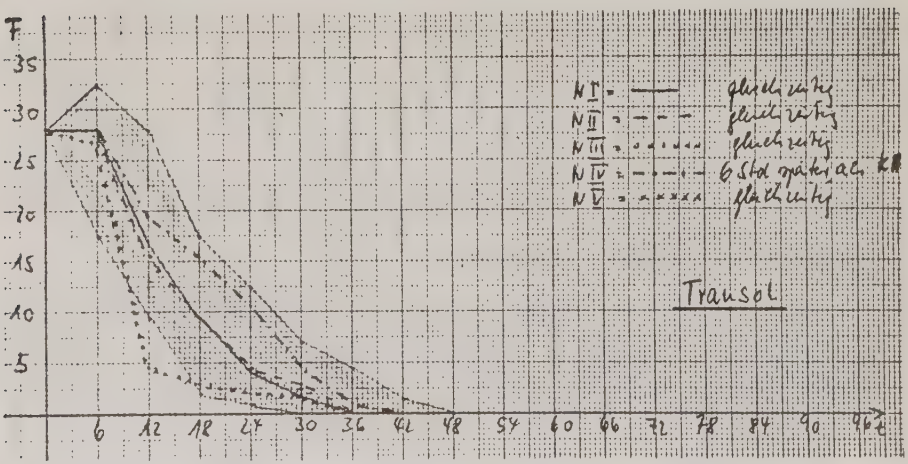


Abb. 12: Abheilungskurven unter "Transol"

"Wöhlks antiseptisches Reinigungs- und Netzmittel" erzielte in vier Fällen Abheilungskurven innerhalb des Normalbandes. Dabei war das Epithel einmal 10 Stunden, ein anderes Mal 6 Stunden später als

das des Kontrollauges geschlossen, nämlich nach 48 bzw. 42 Stunden. Bei zwei Tieren verlief die Abheilung weitgehend konform mit der des jeweiligen Gegenauges, es war nach 36 bzw. 42 Stunden kein Defekt mehr nachweisbar. Im fünften Falle war die Epithelialisierung nach 54 Stunden vollständig, 6 Stunden später als beim Kontrollauge (Abb. 13).

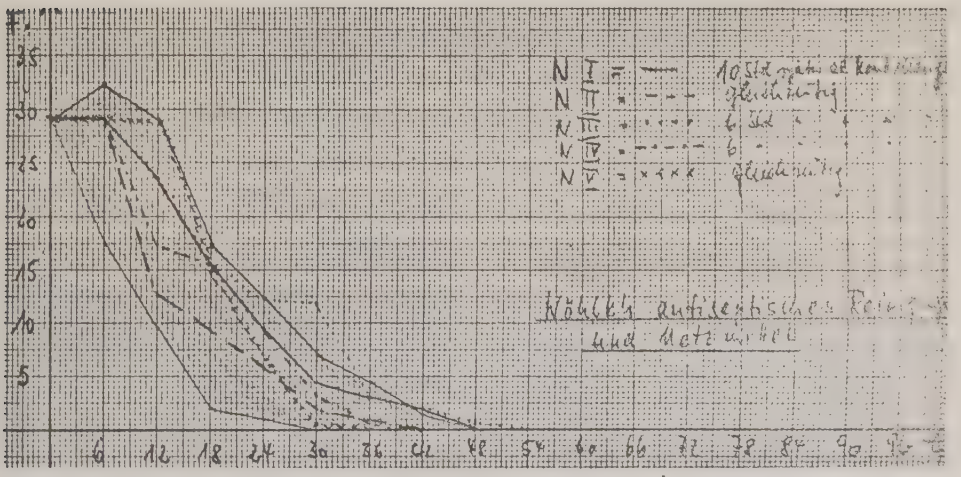


Abb. 13: Abheilungskurven unter "Wöhlks antiseptischem Reinigungs- und Netzmittel"

f) Mittel zur Aufbewahrung und Benetzung

Zur Aufbewahrung und Benetzung wird "Soaclens" empfohlen. In einem Falle ist eine pathologische Heilungskurve ab der 21. Stunde festzustellen;

dieses Auge war erst nach der 54. Stunde abgeheilt. Alle anderen Abheilungskurven liegen im Bereich des Normalbandes. Es fand sich kein Defekt mehr nach 30, 36 (in zwei Fällen) und 42 Stunden, jedoch war das Epithel nur einmal gleichzeitig mit dem Kontrollauge, nach 36 Stunden, geschlossen, während die anderen drei jeweils 6 Stunden später als das Kontrollauge epithelialisiert waren. Das Gegenauge zu dem pathologisch abgeheilten muß von der 36. Stunde an unberücksichtigt bleiben (bis zu diesem Zeitpunkt verläuft die Kurve innerhalb des Normalbandes), weil hier eine Selbstverletzung des Tieres beobachtet worden war (Abb. 14).

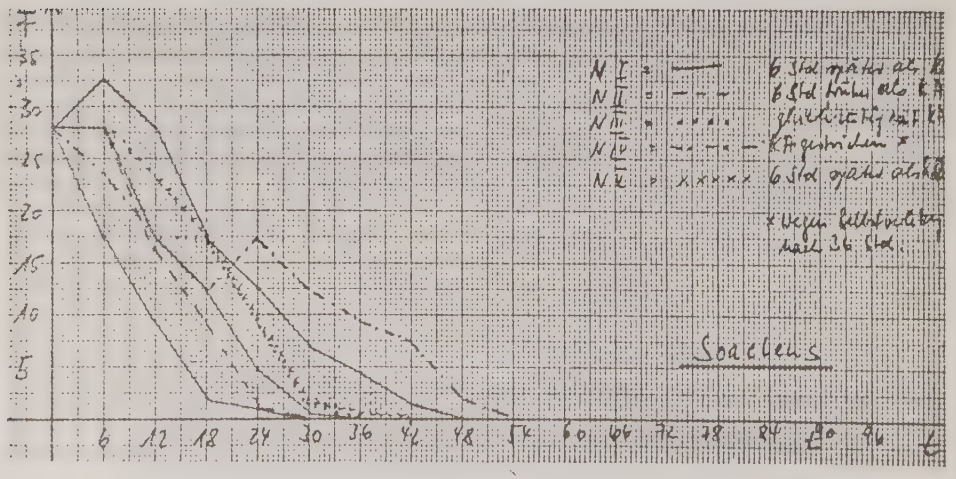


Abb. 14: Abheilungskurven unter "Soaclens"

Solche Selbstverletzungen sind in zwei Fällen auch von ULLERICH und DURCHSCHLAG (1953) beschrieben worden.

g) Universalmittel

"Proculens" ist das einzige apothekenpflichtige Kontaktlinsenpflegemittel. Es wird zur Reinigung, Aufbewahrung und Benetzung empfohlen. In einem Falle erfolgte eine verzögerte Abheilung von der 12. Stunde bis zur Epithelschließung nach 54 Stunden. Die anderen vier Augen liegen innerhalb des Normalbandes, wobei zwei davon 6 Stunden später als das Kontrollauge, nach 36 bzw. 42 Stunden, zwei weitere gleichzeitig mit dem Kontrollauge, beide nach 36 Stunden abgeheilt waren (Abb. 15).

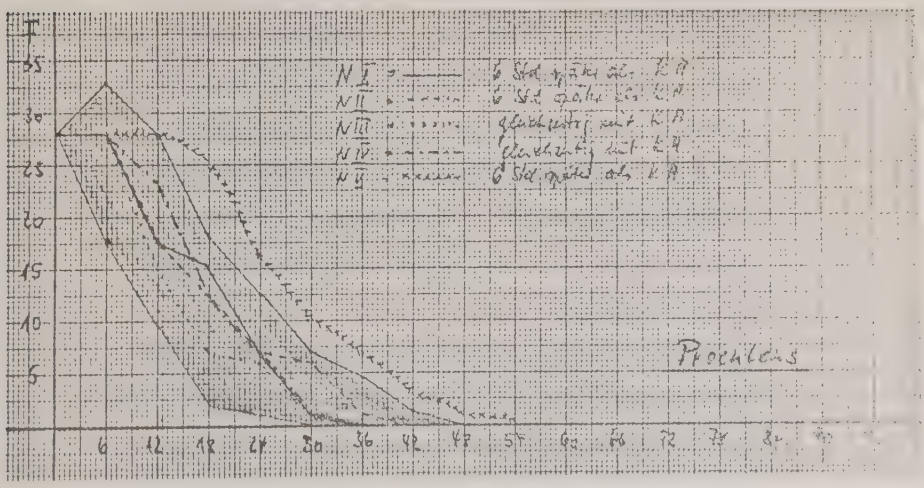


Abb. 15: Abheilungskurven unter "Proculens"

IV. BESPRECHUNG DER ERGEBNISSE

a) Mittel, die für die Reinigung empfohlen werden

In der Tabelle 1 sind Pflegemittel zusammengestellt, die nur für die Reinigung ("Titan", "Translight"), für die Reinigung und Aufbewahrung ("Transoak"), für die Reinigung und Benetzung ("Aqua-Film", "Transol", "Wöhlks antiseptisches Reinigungs- und Netzmittel") und für die Reinigung, Aufbewahrung und Benetzung ("Proculens") empfohlen werden.

Diese Mittel sollte man, wie eingangs erwähnt, sofort nach dem Reinigen - vor dem Einsetzen und nach dem Herausnehmen der Kontaktlinsen - mit Wasser abspülen. Lediglich bei "Transol" scheint dies nach den bisherigen Ergebnissen nicht notwendig zu sein.
Nach BULLE (1971), KREZANOWSKI und PETRICCIANI (1969), LAMY und SHANGRAW (1971), MORISSON (1965, 1971) ist es nicht zweckmäßig, ein und dieselbe

Kontaktlinsenlösung für Reinigung und Benetzung oder Reinigung und Aufbewahrung oder Reinigung, Aufbewahrung und Benetzung zu verwenden. Wir sehen aus den Abbildungen 3, 4, 6, 11 bis 13 und 15, daß bis auf "Transol" alle Kontaktlinsenflüssigkeiten für zwei oder mehr Anwendungsbereiche, von denen eines auf die Reinigung entfällt, eine verzögerte Epithelheilung verursachen, ebanso wie die eigentlichen Reinigungsmittel. Dies hat umso mehr Gewicht, als unsere Methode - wie eingangs erwähnt - ein sehr grobes Sieb darstellt, so daß pathologische Befunde besonders schwer wiegen.

"Transoak" darf aufgrund der Ergebnisse in Abb. 6 keinesfalls ins Auge gebracht werden. Das gleiche gilt auch für"Aqua-Film" (Abb. 11) und "Wöhlks antiseptisches Reinigungs- und Netzmittel" (Abb. 13).

Die Behandlung der Kontaktlinse mit dem Allzweckmittel "Proculens" mag angehen, da dieses Mittel im Vergleich zu im Anwendungsbereich ent-

sprechenden anderen Lösungen bei unseren Untersuchungen relativ gut abgeschnitten hat und außerdem wenigstens noch apothekenpflichtig ist (Abb. 15).

b) Mittel, die für die Aufbewahrung empfohlen werden

Ein Reinigungsmittel wird immer nur kurze Zeit auf die Kontaktlinse einwirken, da es sofort wieder mit Wasser abgespült werden soll. Der desinfizierende Effekt solcher Lösungen ist dadurch nicht besonders groß. Um eine ausreichende Desinfektion der Plexiglaslinse zu erreichen, ist man dazu übergegangen, antiseptische Aufbewahrungsflüssigkeiten herzustellen ("Soquette", "Steri-Len", "Wöhlks antiseptische Lösung", "Transoak", "Soaclens", "Proculens").

Aufgrund der Untersuchungen von BÜCH u.a. (1968) müssen wir annehmen, daß z.B. kationische Tenside während der Aufbewahrungszeit in die Plexiglaslinse eindringen und nach dem Einsetzen ins Auge an die Tränenflüssigkeit abgegeben werden.

Dies trifft sicherlich zu bei denjenigen Aufbewahrungslösungen, die Benzalkoniumchlorid enthalten ("Soquette", "Steri-Len", "Transoak"). "Proculens" und "Soaclens" enthalten nicht Benzalkoniumchlorid als Desinfektionsstoff, sondern Chlorobutanol bzw. eine organische Quecksilberverbindung ("Thimerosal"), die mit großer Wahrscheinlichkeit ebenfalls in die Plexiglaslinse eindringen können und in die Tränenflüssigkeit übergehen.

Die oben beschriebenen Mittel haben in der vorliegenden Konzentration (siehe Tab. 2) bei unseren Versuchen deutliche Epithelheilungsverzögerungen verursacht.
Dadurch, daß beim täglichen Gebrauch diese Lösungen in das Plexiglas der Kontaktlinsen eindringen und auf diese Weise ihre Einwirkungszeit relativ länger ist, werden ebenfalls entsprechend deutliche Regenerationshemmungen zu erwarten sein.
Somit bleibt als Aufbewahrungslösung lediglich noch "Wöhlks antiseptische Lösung", deren Desinfektionswirkung aber gering einzuschätzen ist, wie wir aufgrund der vertraulich mitgeteilten Zusammensetzung wissen.

c) Mittel zur Benetzung der Kontaktlinse

Zur Benetzung, zur Reinigung und Benetzung, zur Aufbewahrung und Benetzung sowie zur Reinigung, Aufbewahrung und Benetzung sind "Adapettes", "Adapt", "Contactol", "Lentisol", "Aqua-Film", "Transol", "Wöhlks antiseptisches Reinigungs- und Netzmittel", "Soaclens" und "Proculens" empfohlen worden. Lediglich das "Lentisol", das "Contactol" (mit Einschränkungen) und das "Transol" erwiesen sich als Mittel, die die Epithelheilung nicht verzögern.

"Lentisol" und "Contactol" sind reine Benetzungsmittel, "Transol" wird zur Reinigung und Benetzung empfohlen. Dadurch, daß die beiden erstgenannten Mittel bei unseren Versuchen die besten Ergebnisse erzielt haben, wird die eingangs erhobene Forderung, die Aufgabenbereiche zu trennen, unterstrichen. Das relativ gute Abschneiden des Kombinationspräparates "Transol" erklärt sich daher, daß "Transol" und "Lentisol" den gleichen niedrigen Anteil an Desinfektionsstoff enthalten. Das aber geht selbstverständlich auf Kosten der Reinigungsqualität.

d) Ursachen der Regenerationshemmung

1.) Das Desinficiens

Die meisten Kontaktlinsenpflegemittel enthalten Benzalkoniumchlorid. Dieses wurde von EHRICH und KOLBEGGER (1971) für die Epithelheilungsverzögerung verantwortlich gemacht. Die Tabelle 2 zeigt die Konzentrationen bei denjenigen Kontaktlinsenpflegemitteln unserer Versuchsserie, die Benzalkoniumchlorid enthalten, bzw. bei welchen wir dies vermuten.

Tab. 2: Benzalkoniumchlorid-Konzentration in den von uns getesteten Kontaktlinsenpflegemitteln

Anwendungsart	Handelsname	Benzalkoniumchlorid in %
nur zur Reinigung	"Titan"	unbekannte Konzentration
" " "	"Translight"	unbekannt, ob überhaupt Benzalkoniumchlorid enthaltend
nur zur Aufbewahrung	"Soquette"	0,004
" " "	"Steri-Len"	wie "Aqua-Film"
zur Reinigung und Aufbewahrung	"Transoak"	0,01
nur zur Benetzung	"Contactol"	Konzentration vertraulich mitgeteilt
" " "	" Lentisol"	0,004
zur Reinigung und Benetzung	"Aqua-Film"	0,02
" "	"Transol"	0,004
" "	"Wöhlks" Reinigungs- und Netzmittel	Konzentration vertraulich mitgeteilt

Nach LAMY und SHANGRAW (1971) wirkt eine Zephirolkonzentration ab 0,1 % toxisch auf Binde- und Hornhaut. Nach SWAN (1944) liegt diese Grenze bei 0,03 %. Aufgrund unserer Versuche müssen wir sie jedoch zwischen 0,002 und 0,004 % annehmen.

"Adapettes", "Adapt" und "Soaclens" enthalten als Desinficiens Äthylmercurithiosalicylat ("Thimerosal"). Nach unseren Ergebnissen ist diese Substanz für die Epithelheilungsverzögerungen bei den oben genannten Lösungen verantwortlich.

Bei höherer Konzentration von Methylzellulose, die als "Gleitmittel" Bestandteil der Kontaktlinsenlösungen ist, wird das Desinficiens länger auf der Hornhaut festgehalten. Dadurch verstärkt sich seine Wirkung. Inwieweit diese Tatsache die Toxizität der Pflegemittel beeinflußt, wurde von uns nicht untersucht.

2) Der pH - Wert

Aufgrund der Untersuchungen von SUSSMAN & FRIEDMAN (1969) ist zu überlegen, ob der pH-Wert der einzelnen Kontaktlinsenpflegemittel für die Epithelheilungs-

verzögerung verantwortlich zu machen ist. Diese Autoren stellten immer dann Bindehautreizungen fest, wenn der pH-Wert der getesteten Lösungen nicht dem der Tränenflüssigkeit (pH um 7,0) entsprach. Auch ADLER, WLODYGA und ROPE (1968), GOULD und INGLIMA (1967, KREZANOWSKI und PETRICCIANI (1969), LAMY und SHANGRAW (1971) und KEMMETMÜLLER (1961a, 1961b, 1971a, 1971b) weisen darauf hin, daß ein Kontaktlinsenpflegemittel, das mit Binde- oder Hornhaut in Berührung kommt, einen pH-Wert bei 7,0 bis 8,0 aufweisen soll.
Die Tabelle 3 zeigt die pH-Werte der bei uns getesteten Kontaktlinsenpflegemittel.

Tab. 3: pH-Werte der von uns getesteten Kontaktlinsenpflegemittel (grob orientierend, mit Teststreifen geprüft)

Anwendungsart	Handelsname	pH (ungefähr)
nur zur Reinigung	"Titan"	7,5
" " "	"Translight"	4,5
nur zur Aufbewahrung	"Soquette"	7,5
" " "	"Steri-Len"	4,5
" " "	"Wöhlks antiseptische Lösung"	6,5
zur Reinigung und Aufbewahrung	"Adapettes"	7,5
" " "	"Adapt"	7,5
" " "	"Contactol"	7,5
" " "	"Lentisol"	4,5
zur Reinigung und Benetzung	"Aqua-Film"	4,5
" " "	"Transol"	4,5
" " "	"Wöhlks antiseptisches Reinigungs- und Netzmittel"	6,5
zur Aufbewahrung und Benetzung	"Soaclens"	7,0
zur Reinigung, Aufbewahrung und Benetzung	"Proculens"	6,0

Abheilungskurven, die innerhalb unseres Normalbandes liegen, fanden sich lediglich für "Lentisol" (Abb. 10) und für "Transol" (Abb. 12). Beide weisen einen pH-Wert von ungefähr 4,5 auf. Im Vergleich dazu bewirkte "Soquette" (Abb. 5) bei gleichem Benzalkoniumchloridgehalt eine geringfügig verzögerte Abheilung. Der pH-Wert dieses Mittels liegt bei 7,5. Es erhebt sich die Frage, ob dieser Umstand für die leichte Regenerationshemmung verantwortlich gemacht werden muß. Diese Vermutung wird erhärtet durch das Ergebnis eines Vergleiches zwischen "Aqua-Film" (Abb. 11) mit einem pH-Wert von 4,5 einerseits und "Transoak" (Abb. 6) mit einem pH-Wert von 7,5 andererseits.
Hier ist bemerkenswert, daß bei "Transoak" mit einem Benzalkoniumchloridgehalt von 0,01 % keine bessere Abheilungskurve erzielt wurde, als bei "Aqua-Film" mit einer doppelt so hohen Konzentration.

In die gleiche Richtung zielt eine persönliche Mitteilung von S.F. TRAGER (1972), wonach Benzalkoniumchlorid bei einem pH um 4,5 weniger biologisch aktiv wirkt als bei einem pH um 7,0

und dadurch an Toxizität verliert.
Es wird von uns nicht bestritten, daß durch Lösungen mit unphysiologischem pH-Wert Bindehautreizungen verursacht werden können.

V. ZUSAMMENFASSUNG

Nach einem kurzen historischen Abriß werden die Chemie der Desinfektionssubstanzen der Kontaktlinsenlösungen und die Aufgaben der Kontaktlinsenpflegemittel dargelegt. Wir wollten prüfen, welchen Einfluß diese Mittel auf die Regeneration von am Kaninchenauge artifiziell gesetzten Hornhauterosionen nehmen.

Es wurden insgesamt 13 Kontaktlinsenpflegemittel an je fünf Kaninchenaugen getestet. Nach Oberflächenanästhesie wurde die Hornhaut mit einem 6 mm-Trepan markiert, das Oberflächenepithel des Kreislumens mit dem WESSELY'schen Dampfkauter abgenommen.

Anschließend und nach jeder Messung in sechsstündigem Abstand wurde in das rechte Auge jeweils 1 Tropfen physiologische Kochsalzlösung, in das linke Auge je 1 Tropfen der zu testenden Substanz gegeben. Zwölf Stunden nach vollständigem Epithelschluß wurden die Versuche jeweils abgebrochen.
Die Defektflächen jeder Messung wurden zeichnerisch in Bezug gesetzt zur Zeit. Auf diese Weise wurden die Korrelationspunkte zwischen Zeit und Fläche für sämtliche Kontrollaugen gefunden. Durch Verbindung der Extrempunkte erhielten wir unser Normalband. Die Untersuchungsergebnisse der getesteten Substanzen werden getrennt nach den vom Hersteller vorgegebenen Aufgaben deklariert und in Beziehung gesetzt zum jeweiligen Kontrollauge. Die Heilungsabläufe werden durch Diagramme veranschaulicht.

Es stellt sich heraus, daß Reinigungsmittel wegen ihrer toxischen Wirkung nicht mit dem Auge in Berührung kommen dürfen. Dieses Ergebnis zeigt, daß eine Aufgabenkombination von Reinigung und Benetzung nicht akzeptiert werden kann.

Die zur Aufbewahrung von Kontaktlinsen empfohlenen Mittel bewirkten bei unseren Versuchen ebenfalls eine deutliche Regenerationshemmung. Erschwerend kommt hinzu, daß bei der Anwendung die Desinfektionsstoffe in das Plexiglas der Kontaktlinse eindringen und dann kumuliert an die Tränenflüssigkeit abgegeben werden.

Bei den "reinen" Benetzungsmitteln fanden wir keine Epithelheilungsverzögerungen im Vergleich zum Kontrollauge.
Als mögliche Ursache der Regenerationshemmung werden das Desinficiens und der pH-Wert zur Diskussion gestellt, wobei Beziehungen zwischen der Wirksamkeit des Desinfektionsstoffes und dem pH-Wert aufgezeigt werden. Aufgrund dieser Zusammenhänge wird erklärt, daß bei unseren Versuchen Kontaktlinsenpflegemittel mit gleicher Konzentration des Desinficiens verschiedene Abheilungskurven erbrachten.

Nach unseren Ergebnissen liegt der optimale pH-Wert für Kontaktlinsenlösungen eher bei 4,5 als im physiologischen Bereich der Tränenflüssigkeit.

SCHRIFTTUM

1. ADLER, I.N., WLODYGA, R.J. and ROPE, S.J.: "The effects of pH on contact lens wearing" J. Amer. optom. Ass. 39 (1968) 1000-1001

2. BÜCH, H., NEUROHR, O., PFLEGER, K., BÜCH, U., HUTSCHENREUTER, K.: "Gefährliche Schleimhautschäden durch Endotracheal-Katheter infolge Anreicherung von Renolen aus einem Desinfektionsmittel" "Der Anaesthesist" 17 (1968) 204-209

3. BULLE, K.: "Reinigung und Pflege der Kontaktlinsen" in H. STREITENBERG: "Vademecum der Kontaktlinsenanpassung" Braun, Karlsruhe 1971

4. EHRICH, W. und KOLBEGGER, K. "Einfluß von Kontaktlinsen-Benetzungsflüssigkeiten auf die Hornhautregeneration" Ber. dtsch. ophthalm. Ges. 71 (1972) 225-229

5. GOULD H.L. and INGLIMA, R.: "Corneal contactlens solutions" "The Eye, Ear, Nose and Throat Monthly" 43 (1964), 39-49 Übers. in: "Die Contactlinse" 1967, Heft 3 und 4

6. GYÖRFFY, J.: "Gefahren des Kontaktlinsentragens" in: "Einführungs- und Fortbildungsvorträge der Allerheiligen-Tagungen, Wiesbaden 1961-1965" Arbeitskreis "Contactlinsen" im Berufsverband der Augenärzte Deutschlands, Düsseldorf 1967

7. HEYDENREICH, A.: "Die Hornhautregeneration" VEB Marhold, Halle (Saale) 1958

8. HOLLY, F.J. and LEMP, M.A.: "Surface chemistry of the tearfilm, implications for dry eye syndromes, contact lenses and ophthalmic polymers" Contact Lens Soc. Amer. J. 5 (1971(

9. JUSELIUS, E.: "Experimentelle Untersuchungen über die Regeneration des Epithels der Cornea unter normalen Verhältnissen und unter therapeutischen Maßnahmen" Graefes Arch. ophthalm. 75 (1910) 350-400

10. KEMMETMÜLLER, H.: "Die Contactlinse, auch eine medizinische Prothese" in: "Einführungs- und Fortbildungsvorträge der Allerheiligen-Tagungen Wiesbaden 1961-1965" Arbeitskreis "Contactlinsen" im Berufsverband der Augenärzte Deutschlands, Düsseldorf 1967

11. KEMMETMÜLLER, H.: "Corneallinsen und Keratoconus" in: "Einführungs- und Fortbildungsvorträge der Allerheiligen-Tagungen, Wiesbaden 1961-1965" Arbeitskreis "Contactlinsen" im Berufsverband der Augenärzte Deutschlands, Düsseldorf 1967

12. KEMMETMÜLLER, H.: "Die Wichtigkeit der Flüssigkeitslinse bei der Anpassung von Kontaktlinsen" in H. STREITENBERG: "Vademecum der Kontaktlinsenanpassung" Braun, Karlsruhe 1971

13. KEMMETMÜLLER, H.: "Diskussionsbemerkung" Ber. dtsch. ophthalm. Ges. 71 (1972) 229

14. KNÜSEL, O.: "Die schwimmende Hornhaut-Linse" Karger, Basel, New York, 1953

15. KREZANOWSKI, J.Z. and PETRICCIANI, J.c.: "Changing concepts in patient contact lens care" "The Eye, Ear, Nose and Throat Monthly" 48 (1969) , 459-464

16. KÜCHLE, H.J.: "Zur Wirkung der Oberflächenanästhetica auf die Regeneration der Hornhaut" Klin. Mbl. Augenheilk. 126 (1955), 313-320

17. KÜCHLE, H.J.: "Zur Beeinflußbarkeit der Regeneration des Hornhaut-Epithels" in G. GÜNTHER: "Keratoplastik-Symposion" Marhold, Halle (Saale) 1957, Seite 25-40

18. LAMY, P.P. and SHANGRAW, R.F.: "Physico-chemical aspect of ophthalmic and contact lens solutions" Amer. J. optom. 48 (1971), 37-51

19. MORISSON, K.H.: "Kontaktlinsen-Fibel" in E. BRUENS: "Praxishelfer für Augenärzte" Kolbenstetter, Essen, 1965

20. MORISSON, K.H.: "Praktische Hinweise für Kontaktlinsenanpasser" in H. STREITENBERG: "Vademecum der Kontaktlinsenanpassung" Braun, Karlsruhe 1971

21. POPP, C.: "Korneaerosionen durch Polyäthylenglykoläther" Klin. Mbl. Augenheilk. 126 (1955), 176-180

22. POPP, C.: "Korneaerosionen durch Polyäthylenglykole, Prüfung von Aristamid-Augensalbe ohne Polyäthylenglykol-Zusatz und toxische Wirkung von reinem Polyäthylenglykol am Auge" Klin. Mbl. Augenheilk. 126 (1955) 76-77

23. SCHLEGEL, H.J.: "Kontaktlinsen" in:"Almanach für Augenheilkunde" Lehmanns, München 1969,S.167-180

24. SUSSMAN, J.D. and FRIEDMAN, M.D.: "Irritation of rabbit eye caused by contact lens wetting solutions" Amer. J. ophthalm. 68 (1969), 703-706

25. SWAN, K.C.: "The reactivity of ocular tissues wetting agents" Amer. J. ophthalm. 27 (1944) 1118-1121

26. TRAGER, S.F., Washington: Persönliche Mitteilung 1972

27. ULLERICH, K.: "Diskussionsbemerkungen" Ber. dtsch. ophthalm. Ges. 57 (1951) , 50

28. ULLERICH, K. und DURCHSCHLAG, G.: "Experimentelle Untersuchungen über den Einfluß von Medikamenten auf die Epithelregeneration der Hornhaut" Klin. Mbl. Augenheilk. 122 (1953) 705-718

Herrn Prof. Dr. W. EHRICH bin ich für die Überlassung des Themas und die wertvolle Unterstützung und Beratung dankbar.

Herrn Prof. Dr. G. HARBAUER danke ich für die Bereitstellung der Versuchstiere.

L E B E N S L A U F

Am 2. 6. 1942 wurde ich als Sohn des Kaufmannes Hermann Reidel und seiner Ehefrau Olga, geb. Forsch, in Kusel/Pfalz geboren.

Nach fünfjährigem Besuch der Volksschule trat ich 1953 in das Staatlich Naturwissenschaftliche Gymnasium Kusel ein und erwarb 1962 das Reifezeugnis. Im Sommersemester 1962 begann ich das Medizinstudium an der Universität Heidelberg, wo ich 1963 das Vorphysikum bestand. Danach führte ich meine Studien an der Universität des Saarlandes in Homburg weiter. Hier legte ich 1965 das Physikum und 1968 das Staatsexamen ab.

Nach der Medizinal-Assistenten-Zeit im Evangelischen Krankenhaus Kusel bekam ich 1970 die Approbation.
Von November 1970 bis Februar 1971 leistete ich meinen Militärdienst ab. Seit März 1971 befinde ich mich in der Weiterbildung zum Augenarzt an der Universitäts-Augenklinik in Homburg.
Seit 1969 bin ich verheiratet.